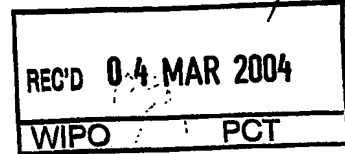


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND EP 4/809

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 08 881.4

Anmeldetag: 28. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE

Bezeichnung: Steueranordnung und Verfahren zur
Funktionsüberprüfung einer derartigen
Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem
Kraftfahrzeug

IPC: B 60 R 21/01

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

REMIUS

Beschreibung

Steueranordnung und Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer
derartigen Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem
5 Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Steueranordnung sowie ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer derartigen Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug.

10

Insassenschutzmittel wie Airbags, Gurtstraffer, oder dergleichen stellen eine wichtige Sicherheitskomponente heutiger Kraftfahrzeuge dar. Sie sind zwar nicht gesetzlich vorgeschrieben, jedoch besitzt fast jedes Auto, das gegenwärtig
15 irgendwo auf der Welt produziert wird, mindestens einen Front-Airbag für den Fahrer.

20

Viele Automobile verfügen neben dem Front-Airbag mittlerweile bereits über weitere verschiedene Airbags, insb. Seitenairbags, Kopf-Airbags, Knie-Airbags oder dergleichen für Fahrer, Beifahrer oder andere Insassen. Ein jedes dieser Airbag-Systeme nutzt mehrere Sensoren, die an verschiedenen Stellen der Fahrzeugkarosserie angeordnet sind und welche die bei einem Aufprall auftretende Verzögerung (negative Beschleunigung) erkennen. Die üblicherweise verwendeten Systeme mit Fahrer-, Beifahrer- und Seiten-Airbags arbeiten mit in oder benachbart einer Steueranordnung angeordneten Beschleunigungssensoren. Die Steueranordnung befindet sich an zentraler Stelle im Kraftfahrzeug, beispielsweise unter dem Fahrersitz
30 oder im Fahrzeugtunnel. Sie wird deshalb häufig auch als Zentralmodul bezeichnet. Zur Erkennung eines Seiten-Aufpralls sind an beiden Seiten des Fahrzeugs jeweils wenigstens ein Beschleunigungssensor - oder fortschrittlicher wenigstens ein Drucksensor - vorgesehen, welche wegen ihrer dezentralen An-
35 ordnung häufig auch als sog. Satelliten bezeichnet werden. An den jeweiligen Sensor werden generell verhältnismäßig hohe Anforderungen gestellt, denn er ist die erste Komponente ei-

nes Insassenschutzsystems, bei der die Crash-Information eintrifft. Er muss die schnelle Verzögerung des Kraftfahrzeugs in ein zuverlässiges und genaues elektrisches Signal (a) umsetzen.

5

Zu den gebräuchlichsten Verfahren der Beschleunigungsmessung zählt die Messung der Wirkung einer Kraft F , die sich aus der auf eine seismische Masse m einwirkenden Beschleunigung g ergibt. Diese Kraft erzeugt mechanische Spannungen und eine Lageänderung der seismischen Masse. Die Spannungen können anhand der piezoresistiven (oder piezoelektrischen) Eigenschaften des verwendeten Materials bestimmt werden. Lageänderungen werden gewöhnlich unter Verwendung einer variablen Kapazität gemessen. Der piezoresistive Effekt in Halbleitern wird in großem Maße in Drucksensoren genutzt, während für Beschleunigungssensoren das kapazitive Messprinzip in einer Vielzahl technischer Anwendungen bevorzugt wird. Mit diesem Design lassen sich durch Oberflächen-Mikrofertigung sehr kleine Sensorstrukturen und damit kostengünstige Lösungen realisieren. Die kapazitiv aufgebauten Sensoren sind auch weniger anfällig für Temperaturschwankungen und bieten einen großen Betriebs-temperaturbereich. Deshalb basieren auf dem Gebiet der Insassenschutzsysteme neben den Beschleunigungssensoren auch die zum Einsatz kommenden Drucksensoren überwiegend auf diesem Prinzip.

25

Das eigentliche Sensorelement, die sogenannte „G-Zelle“ (Gcell), ist insbesondere eine aus Halbleitermaterialien aufgebaute mechanische Konstruktion. Sie besteht beispielsweise aus zwei fest angeordneten Plättchen mit einem dazwischen liegenden beweglichen Plättchen, das die seismische Masse darstellt. Wird die G-Zelle einer Beschleunigung ausgesetzt, bewegt sich das mittlere Plättchen aus seiner Ruheposition heraus. Wenn sich das mittlere Plättchen verlagert, erhöht sich sein Abstand zu einem der festen Plättchen im gleichen Maße, wie sich der Abstand zum anderen verringert. Die Änderung des Abstandes ist ein Maß für die Beschleunigung. Die

30

35

zur Aufhängung des mittleren Plättchens benutzten Träger wirken als Federn; ein ggf. zwischen den Plättchen komprimiertes Fluid, beispielsweise ein spezielles Gas oder auch nur Luft, dämpft die Bewegung. Sofern dies unerwünscht ist, ist bekannt, ein Vakuum vorzusehen. Eine G-Zelle sensiert in der Regel entlang einer Empfindlichkeitsachse. Durch geschickten Aufbau kann eine Masse aber auch für zwei Achsen verwendet werden, was die Kosten reduziert. Man spricht dann von sog. x-y-Gcells bzw. X-Y-Sensoren. In elektrischer Hinsicht bilden die Plättchen der G-Zelle ein gekoppeltes Kondensator-Paar. Wenn sich das mittlere Plättchen infolge der Beschleunigung entlang der Empfindlichkeitsachse bewegt, ändert sich der Abstand zwischen den Plättchen, wodurch sich auch die Kapazität jedes der beiden Kondensatoren ändert. Analoges gilt auch für G-Zellen mit z.B. mehreren fingerförmig ineinandergreifenden Elementen.

Die durch Mikrofertigung hergestellten G-Zellen haben sehr kleine Abmessungen. Die seismische Masse wiegt mitunter nur wenige hundert Pikogramm ($1 \text{ Pikogramm} = 10^{-12} \text{ Gramm}$). Bei Beaufschlagung mit einer Beschleunigung von 100 g verändert das bewegliche Plättchen bzw. der Finger seine Lage um weniger als 400 nm (Nanometer). Um eine Messauflösung von 1 g zu erzielen, muss eine Kapazitätsänderung ΔC von weniger als 1 Femtofarad (10^{-15} F) erkannt werden. Um eine so kleine Kapazität messen zu können, ist im Beschleunigungssensor eine dezierte Steuerschaltung erforderlich, welche die Kapazität in ein verwertbares Ausgangssignal (a) umsetzt.

Das Ausgangssignal (a) des Sensors wird einer Auswerteeinheit, welche wenigstens einen, heutzutage zumeist gleich mehrere Mikrocontroller umfasst, zugeführt, von denen einer anschließend einen Crash-Unterscheidungsalgorithmus ausführt, um zwischen einem tatsächlichen Aufprall und dem normalen dynamischen Fahrzeugverhalten zu differenzieren und ggf. ein Auslösesignal für das Rückhaltemittel erzeugt.

Das Auslösesignal wird gegenwärtig häufig nur in Abhängigkeit eines sog. Schaltsignals erzeugt, welches im einfachsten Fall beispielsweise von einem mechanischen Beschleunigungsschalter kommen kann. In einer Vielzahl von Beschleunigungssensoranordnungen übernimmt heutzutage jedoch einer der Beschleunigungssensoren selbst diese Aufgabe. Derartige sogenannte Safing-Sensoren sorgen nach Ausführung des sog. Saving - Algorithmus, für den heutzutage regelmäßig ein eigener Mikrocontroller in der Auswerteeinheit vorgesehen ist, für eine Freigabe oder andernfalls für eine Verhinderung der Auslösung des Rückhaltemittels, wenn der Beschleunigungssensor oder die Auswerteeinrichtung, d.h. die in den Mikrocontrollern ausgeführten Algorithmen, fehlerhaft arbeiten und demzufolge ein fehlerhaftes Auslösesignal liefern würden.

Aus der EP 1 149 004 - deren Offenbarung ausdrücklich vollumfänglich mitumfasst sei - ist ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Funktionsüberprüfung einer Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug bekannt, bei dem aus den Ausgangssignalen der Beschleunigungssensoren eine gewichtete Summe zur Überprüfung der Plausibilität der Signale gebildet wird, indem wenigstens das Ausgangssignal eines Beschleunigungssensors mit einem Korrekturwert multipliziert wird. Eine derartige Funktionsüberprüfung erlaubt zwar in vorteilhafter Weise Aussagen über die Funktionstüchtigkeit der Beschleunigungssensoren, deren Signalleistungen, Pegel, oder dergleichen. Eine Aussage darüber, inwieweit der Safing-Algorithmus selbst zuverlässig arbeitet, ist indes nicht möglich, weil auf diesen während des Testmodus nicht zurückgegriffen wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Funktionsüberprüfung eines Systems von mehreren Beschleunigungssensoren einer Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug zu liefern. Insbesondere soll neben den Sensoren die Funktionstüchtigkeit des Safing-Algorithmus selbst prüfbar sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 sowie durch ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 7 gelöst.

Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, nicht erst das Ausgangssignal (a) eines Beschleunigungssensors im Hinblick auf eine gewichtete Summe (Σ_g) mit einem Korrekturwert (k_w) zu multiplizieren, sondern mittels einer Wichtungsmittels ein Testsignal (t) derartig abzuändern, dass ein bereits gewichtetes Ausgangssignal (a_g) erzeugbar ist, so dass während eines Test-Betriebs unmittelbar auf den Safing - Algorithmus einer Auswerteeinrichtung rückgegriffen werden kann, wodurch dieser in vorteilhafter Weise selbst im Hinblick auf seine Funktionstüchtigkeit überprüfbar ist.

Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen, welche einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar sind, sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Weitere Vorteile der Erfindung und deren Weiterbildungen werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung näher erläutert.

Darin zeigen schematisch:

- Fig. 1 den typischen Aufbau eines Insassenschutz-Systems in einem Kraftfahrzeug;
- Fig. 2 einen Beschleunigungssensor umfassend eine seismische Masse, welche entlang einer Empfindlichkeitsachse auslenkbar ist;
- Fig. 3 einen Beschleunigungssensor umfassend eine seismische Masse, welche entlang zweier Empfindlichkeitsachsen auslenkbar ist;

- Fig. 4 den Beschleunigungssensor nach Fig. 2 in Wirkverbindung mit einem Wichtungsmittel;
- 5 Fig. 5 eine Anordnung mit einem X-Y-Beschleunigungssensor und einem weiteren Beschleunigungssensor;
- Fig. 6 eine alternative Sensorausrichtung der Anordnung gemäß Fig. 5; und
- 10 Fig. 7 eine sternförmige Anordnung von drei Beschleunigungssensoren.

Gleiche Elemente bzw. Signale sind figurenübergreifend durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet.

- 15
- Fig. 1 zeigt den typischen Aufbau eines Insassenschuttsystems in einem Kraftfahrzeug 1. An einer möglichst zentralen Stelle im Kraftfahrzeug 1 befindet sich eine Steueranordnung 2. Diese umfasst eine Auswerteeinheit 3 beispielsweise in Gestalt wenigstens eines Mikrocontrollers. In der Steueranordnung 2 oder benachbart zu dieser befindet sich ein Sensorfeld 5, in welchem geeignete Sensoren 17,18,19,20 zur Messung von Beschleunigungen, z.B. einer Beschleunigung g_x entlang einer Empfindlichkeitsachse in x-Richtung bzw. g_y entlang einer Empfindlichkeitsachse in y-Richtung, angeordnet sind. Die Empfindlichkeitsachsen u,v,w,x,y der Sensoren 17,18,19,20 spannen eine Ebene auf, welche nach Einbau der Steueranordnung 2 in einem Kraftfahrzeug 1 im Wesentlichen parallel ist zu einer durch die Fahrzeuglängsachse A-A' und die Fahrzeugquerachse B-B' festgelegten Ebene. Weitere Sensoren 6, insb. zur Erkennung eines Seitenaufpralls, sind zur vorzugsweise kapazitiven Messung von seitlichen Beschleunigungen, z.B. einer Beschleunigung g_r von rechts bzw. g_l von links, an dezentraler Stelle seitlich im Kraftfahrzeug 1 angeordnet. Als Sensoren 6 für den seitlichen Einbau finden typischerweise Beschleunigungssensoren, in jüngerer Zeit zunehmend aber auch Drucksensoren, Verwendung. Die jeweiligen Aus-
- 20
- 25
- 30
- 35

gangssignale a der Sensoren werden von den in der Auswerteeinheit 3 angeordneten Mikrocontrollern abgefragt, von denen einer anschließend einen Crash-Unterscheidungsalgorithmus ausführt, um zwischen einem tatsächlichen Aufprall und dem normalen dynamischen Fahrzeugverhalten zu differenzieren. Ein vorzugsweise von der Crashverarbeitung unabhängiger Mikrocontroller der Auswerteeinheit 3 führt mittels einer Safing-Routine auch eine kontinuierliche und/oder zyklische Diagnose des Systems durch, um sicherzustellen, dass es ordnungsgemäß arbeitet und im Falle eines Unfalls zur Verfügung steht. Die im zentralen Sensorfeld 5 angeordneten Sensoren 17,18,19,20 müssen ebenso wie die seitlich 6 angeordneten äußerst zuverlässig sein, damit sie dem Mikrocontroller 3 keine falschen Signale a schicken, was zu einer unerwünschten Aktivierung der Rückhaltemittel führen könnte. Jede Störung wird daher dem Fahrer z.B. durch eine Airbag-Warnlampe auf der Instrumententafel (nicht dargestellt) mitgeteilt, und die Rückhalte-Funktion wird blockiert, bis der Fehler behoben ist. Wenn die Airbags bei einem Aufprall entfaltet werden müssen, aktiviert die Auswerteeinheit 3 einen Zündstromschalter 4, so dass Strom durch die Zündkreise des Zünders für den Fahrer-Front-Airbag 7, des Zünders für den Beifahrer-Front-Airbag 8, des Zünders für den Seiten-Airbag 9, des Zünders für den Gurtstraffer 10, oder dergleichen mehr fließt, womit die Gurtstraffer aktiviert und die Gaserzeugungsreaktion innerhalb der Aufblasmodule ausgelöst sind.

Fig. 2 zeigt das Funktionsprinzip eines kapazitiven Beschleunigungssensor 17, 18 oder 19 umfassend ein Sensorelement 11 - nachfolgend auch als G-Zelle 11 bezeichnet - in welcher eine seismische Masse 12 entlang einer Empfindlichkeitsachse w auslenkbar angeordnet ist. Die Funktionsweise basiert beispielsweise auf mikromechanischen Doppel-Plattenkondensatoren, welcher vorliegend fingerförmig ausgebildet ist. Zwischen zwei äußeren starren Platten 13 ist eine mittlere Platte 14 an der beweglich aufgehängten seismischen Masse 12 fixiert. Bei Beschleunigungen verschiebt sich die Masse 12,

so dass sich die Kapazität ändert. Bekannt ist auch die Anordnung mehrerer fingerförmig ineinandergreifender Elemente hintereinander. Durch geschickten Aufbau kann eine Masse 12 auch für zwei Empfindlichkeitsachsen (x,y) verwendet werden, was in vorteilhafter Weise die Kosten reduziert.

Fig. 3 zeigt einen derartigen sog. kapazitiven X-Y-Beschleunigungssensor umfassend eine Sensorzelle 11, in welcher eine seismische Masse 12 entlang zweier Empfindlichkeitsachsen x und y auslenkbar angeordnet ist. Wie im Sensor nach Fig. 2 ist der G-Zelle 11 eine dezidierte Steuerschaltung 15 nachgeordnet, welche die Kapazität in ein verwertbares Ausgangssignal (a) umsetzt.

Im Normal-, d.h. Crash-Betrieb der Auswerteeinrichtung 3 werden sämtliche Ausgangssignale a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y der Sensoren 17,18,19 bzw. 19,20 mittels eines Safing-Algorithmus auf ihre Plausibilität durch Bildung einer gewichteten Summe Σ_g aus den Ausgangssignalen a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y überprüft. Beispielsweise parallel dazu werden die Ausgangssignale a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y mittels eines Crash-Unterscheidungsalgorithmus ausgewertet, wobei eine etwaige Freigabe der Rückhaltemittel nur bei festgestellter Plausibilität erfolgt. Erfindungsgemäß bevorzugt wird zuvor wenigstens eines der Ausgangssignale a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y mit einem Schwellwert SW verglichen, so dass erst beim Überschreiten des Schwellwerts SW durch wenigstens eines der Ausgangssignale a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y eine Freigabe des Safing-Algorithmus erfolgt.

Um beim Starten und/oder während des Betriebs des Kraftfahrzeuges 1 die fehlerfreie Funktion der Steueranordnung 2 überprüfen zu können, ist es vorteilhaft, die Beschleunigungssensoren 17,18,19 bzw. 19,20 einem sog. Selbsttest unterziehen zu können. Zu diesem Zweck sendet im Test-Betrieb der Steueranordnung 2 zunächst die Auswerteeinheit 3, z.B. einer Mikrocontroller, ein Testsignal t an wenigstens zwei Beschleunigungssensoren 17,18,19 bzw. 19,20, um so Ausgangssignale

- a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y zu erzeugen, welche der Funktionsüberprüfung der Sensoren 17,18,19 bzw. 19,20 dienen. Im Fall eines sog. physikalischen Tests des/der Sensoren 17,18,19,20 bewirkt das Testsignal t eine Auslenkung der seismischen Masse 12 entlang der Empfindlichkeitsachse u, v, w, x, y . Die Kapazitätsänderung in der G-Zelle 11 wird in einer der G-Zelle 11 nachgeordneten Steuerschaltung 15 des Sensors 17,18,19,20 erkannt und setzt diese Erkenntnis in ein für die Mikrocontroller der Auswerteeinheit 3 verwertbares Ausgangssignal a um.
- 10 Ein derartiger physikalischer Test erlaubt in vorteilhafter Weise sowohl eine Aussage über die Funktionstüchtigkeit der G-Zelle 11 wie auch über die Funktionstüchtigkeit der Steuerschaltung 15 des Beschleunigungssensors 17,18,19,20.
- 15 Es ist auch bekannt, nur der Steuerschaltung 15 des Beschleunigungssensors 17,18,19,20 ein Testsignal t zuzuführen, mittels welchem ein verwertbares Ausgangssignal a generiert oder simuliert wird. Zwar lassen sich bei einem derartigen rein elektronischen Test keine Aussagen über die Funktionstüchtigkeit
- 20 der G-Zelle machen. Die alleinige Aussage über die elektronische Funktionstüchtigkeit der Steuerschaltung 15 des Sensors 17,18,19,20 mag in manchen Fällen aber ausreichen, insbesondere wenn andere Mechanismen zur Detektion einer defekten G-Zelle vorgesehen sind wie beispielsweise die Messung von Verschiebungen oder Schwankungen der Offset-Spannung des Sensors soweit diese charakteristisch für eine defekte G-Zelle sind.
- Fig. 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Beschleunigungssensor
- 30 17,18,19 oder 20. Dieser ist gegenüber dem Beschleunigungssensor nach Fig. 2 insoweit modifiziert, als dieser zusätzlich mit einem Wichtungsmittel 16 in Wirkverbindung steht. Das Wichtungsmittel 16 kann Teil des Sensors 17,18,19,20 und/oder Teil der Steueranordnung 2, insb. Teil der Auswerteeinrichtung 3 sein. Dieses erlaubt in vorteilhafter Weise ein
- 35 von der Auswerteeinheit 3 kommendes Testsignal t dergestalt zu verändern, dass bei einem physikalischen Test eine ent-

sprechend gewichtete Auslenkung der seismischen Masse 12 selbst erfolgt. Als Wichtungsmittel kommen in diesem Fall insb. im Sensor gesondert ausgebildete sog. Testfinger oder dergleichen in Betracht. Während eines Selbsttests erfahren nun allein die Testfinger eine Auslenkung. An der gleichen seismischen Masse angeordnet bewirkt deren Auslenkung auch eine Auslenkung der für die Crash-Sensierung vorgesehenen Finger. Je nach angestrebten Wichtungsgrad eines Ausgangssignals werden mehr oder weniger Testfinger ausgelenkt. Werden demnach - plakativ ausgedrückt - statt standardgemäß beispielsweise zehn Testfinger vierzehn oder auch nur sieben Testfinger ausgelenkt, so bewirkt dies eine entsprechend verstärkte oder verminderte Auslenkung der für die Crash-Sensierung vorgesehenen Finger und ein dementsprechend gewichtetes Ausgangssignal. Aber auch ein elektronischer Test ist möglich, indem das Wichtungsmittel 16 ein abgeschwächtes oder verstärktes, d.h. gewichtetes Testsignal t_g , der Steuerung 15 zuführt. Als Wichtungsmittel 16 bieten sich daher spannungsmindernde elektronische Bauteile wie Widerstände oder spannungserhöhende elektronische Bauteile wie z.B. eine elektronische Ladungspumpe, oder dergleichen an. Ein derartiger, ein Wichtungsmittel 16 umfassender Beschleunigungssensor 17,18,19,20 erlaubt gegenüber unmodifizierten Beschleunigungssensoren die Ausgabe eines gewichteten Ausgangssignal a_g bei allseits empfangenen gleichen Selbsttestsignal t .

Von dieser Überlegung macht die vorliegende Erfindung nun gebrauch, indem sie wenigstens einen Sensor 19 vorsieht, welcher ein gewichtetes Ausgangssignal a_g ausgibt. Freilich ist, je nach Anordnung der Beschleunigungssensoren, die Erzeugung mehrerer gewichteter Ausgangssignale $a_{u_g}, a_{v_g}, a_{w_g}, a_{x_g}, a_{y_g}$ mitunter zweckmäßig. Verschiedene, erfindungsgemäß bevorzugte, Anordnungen zeigen Fig. 5 bis 7.

Fig. 5 zeigt das Sensorfeld 5 einer Steueranordnung 2 umfassend drei Beschleunigungssensoren 17,18,19 mit je einer G-Zelle 11, welche die Sensierung einer Beschleunigung g ent-

lang einer Empfindlichkeitsachse w, x, y gestattet, welche jeweils unterschiedlich ausgerichtet sind. Sensor 17 dient der Sensierung in X-; Sensor 18 in Y-Richtung. Sensor 19 ist zu diesen geneigt angeordnet. In der nachgeschalteten Auswerteeinrichtung 3 kann im Crash-Betrieb bereits aufgrund von nur zwei der drei Beschleunigungssensoren 17, 18 die Richtung und die Stärke einer auf das Fahrzeug 1 einwirkenden Beschleunigung g ermittelt werden. Das Signal a_w des dritten Beschleunigungssensors 19 wird hierbei zur Überprüfung einer der beiden errechneten Größen, der Richtung oder der Stärke der auf das Fahrzeug 1 einwirkenden Beschleunigung, herangezogen. Der dritte Sensor 19 übernimmt somit die Funktion eines Safing-Sensors und kann auf diese Weise die Auslösung des Rückhaltemittels 7, 8, 9, 10 zumindest mittelbar verhindern, wenn der von ihm zur Verfügung gestellte Wert signifikant von einem aus den Signalen a_x und a_y der beiden anderen Sensoren berechneten Wert abweicht.

Die Sensoren 17 und 18 sind im Beispiel unmodifiziert und handelsüblich, d.h. sie erzeugen nach Empfang eines Testsignals t im Test-Betrieb der Steueranordnung 2 ein ungewichtetes Ausgangssignal a_x bzw. a_y . Sensor 19 ist erfindungsgemäß aufgebaut, mit einem Wichtungsmittel 16 in Wirkverbindung stehender Beschleunigungssensor 19, dessen Empfindlichkeitsachse w zur Empfindlichkeitsachse des X- bzw. Y-Sensors 18 bzw. 17, beispielsweise um 45° zu der zur X-Achse korrespondierenden Fahrzeugquerachse B-B', geneigt im Sensorfeld 5 angeordnet ist. Das Wichtungsmittel 16 ändert das gleiche Testsignal t derart gemäß einer Voreinstellung ab, dass ein definiert gewichtetes Ausgangssignal a_g erzeugt wird.

Eine erste Testvorschrift für die Sensoranordnung nach Fig. 5 sieht einen paarweisen Test der Sensoren dergestalt vor, dass ein ungewichtetes Ausgangssignal entweder des in X-Richtung sensierenden Sensors 17 oder des in Y-Richtung sensierenden Sensors 18 zusammen mit dem gewichteten Ausgangssignals des

sog. Safing-Sensors 19 einer gemeinsamen Betrachtung unterzogen werden. Insbesondere wird die seismische Masse 12 des Sensorelements 11 des ersten Beschleunigungssensors 19 mit gewichteter Kraft in entgegengesetzter Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse w ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal a_w elektronisch generiert. Zudem wird die seismische Masse 12 des Sensorelements 11 des zweiten Beschleunigungssensors 17 oder 18 mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse x oder y ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal a_x oder a_y elektronisch generiert. Freilich ist auch ein umgekehrter Vorgang denkbar, also die Erzeugung gewichtetes Ausgangssignal a_x oder a_y in x - oder y - und ein ungewichtetes Signal a_w betr. die w -Richtung.

Im erstgenannten Fall hat das Wichtungsmittel 16 das Testsignal t vorzugsweise derart abzuändern, dass das elektrische Ausgangssignal a_w um den, mathematisch ausgedrückten, Wichtungsfaktor k_w gleich $\frac{1}{2} * \sqrt{2}$ (was etwa 0,707 entspricht) gewichtet ausgegeben wird. Bei andersartig zueinander geneigt angeordneten Sensoren ist der Wichtungsfaktor in Abhängigkeit der Winkelstellung entsprechend anzupassen.

Nach einer zweiten Testvorschrift werden alle Ausgangssignale der im Sensorfeld 5 angeordneten Sensoren 17, 18, 19 einer zeitgleichen gemeinsamen Betrachtung unterzogen. Insbesondere wird die seismische Masse 12 des Sensorelements 11 des ersten Beschleunigungssensors 19 mit gewichteter Kraft in entgegengesetzter Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse w ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal a_w elektronisch generiert. Zudem werden die seismischen Massen 12 der Sensorelemente 11 des zweiten Beschleunigungssensors 17, 18 mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse x und y ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal a_x und a_y elektronisch generiert. In diesem Fall hat das Wichtungsmittel 16 das Testsignal t vorzugsweise derart abzuändern, dass das elektrische Ausgangssignal a_w um den, mathematisch ausgedrückten, Faktor k_w gleich $\sqrt{2}$ (was etwa 1,41 entspricht) gewichtet

a_w ausgegeben wird. Denkbare Alternativen seien wiederum ausdrücklich mitumfasst.

Fig. 6 zeigt eine alternative bevorzugte Sensoranordnung nach der Erfindung. Im Gegensatz zu der Anordnung nach Fig. 5 ist an Stelle einzelner in X- und Y-Richtung sensierender Sensoren 17 bzw. 18 ein sog. X-Y-Sensor 20 vorgesehen. Die Empfindlichkeitsachse v des Safing-Sensors 19 ist zu diesen Achsen wiederum geneigt angeordnet, im vorliegenden Fall um 45° zu der zur Y-Achse korrespondierenden Fahrzeuglängsachse A-A'. Auch in dieser Anordnung kann nach beiden zuvor beschriebenen Textvorschriften die Funktionstüchtigkeit der Steuerung 2 geprüft werden.

Fig. 7 schließlich zeigt eine weitere bevorzugt Sensoranordnung nach der Erfindung. Im Gegensatz zu der Anordnung nach Fig. 5 sind von den wenigstens drei einzelnen, entlang einer Empfindlichkeitsachse u, v oder w sensierenden Sensoren 17, 18, 19 zusätzlich ein zweiter Sensor 18 geneigt zur Fahrzeuglängs- A-A' bzw. -querachse B-B' angeordnet, so dass die Beschleunigungssensoren 17, 18, 19 jeweils unterschiedlich ausgerichtete Empfindlichkeitsachsen u, v, w, aufweisen. Vorzugsweise sind die Sensoren 17, 18, 19 sternförmig, jeweils um 120° versetzt angeordnet. Eine Funktionsüberprüfung dieser Anordnung erfolgt nach einer dritten Testvorschrift, demnach alle im Sensorfeld 5 angeordneten Sensoren 17, 18, 19 einer zeitgleichen gemeinsamen Betrachtung wie zur zweiten Testvorschrift beschrieben unterzogen werden, wobei in diesem Fall das Wichtungsmittel 16 das Testsignal t gegenüber dem Safing-Sensor 19 derart abzuändern hat, dass das elektrische Ausgangssignal um den, mathematisch ausgedrückten, Faktor k_w gleich 2 gewichtet ausgegeben wird.

Gewichtete und ungewichtete Ausgangssignale der Beschleunigungssensoren 17, 18, 19, 20 werden im Mikrokontroller 3 anhand eines Safing-Algorithmus verarbeitet, welcher selbst wiederum eine gewichtete Summe Σ_g bildet. Ergibt die Verarbeitung ei-

nen vorbestimmten Wert, beispielsweise annähernd Null, so ist dies ein Kennzeichen dafür, dass auch der Safing-Algorithmus selbst zuverlässig arbeitet. Soll der vorbestimmte Wert annähernd Null sein, so ist der Faktor k_w erfindungsgemäß bevorzugt so zu wählen, dass die Winkelstellungen zwischen den Sensoren letztlich einen Ausgleich finden.

Die vorliegende Erfindung erlaubt somit in vorteilhafter Weise nicht nur die Funktionsüberprüfung der G-Zelle 11 und/oder deren Steuerschaltung 15 eines Beschleunigungssensors 17,18,19,20, sondern auch die Überprüfung der Funktionstüchtigkeit eines dem Chrash-Algorithmus nebengeordneten Safing-Algorithmus. Die vorliegende Erfindung eignet sich daher insbesondere für Insassenschutzsysteme eines modernen Kraftfahrzeuges.

Patentansprüche

1. Steueranordnung (2) für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug (1),

- 5 - wobei der Steueranordnung (2) ein Sensorfeld (5) mit wenigstens zwei Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) zugeordnet ist, welche wenigstens zwei Sensorelemente (Gcells 11) aufweisen, die eine Beschleunigungssensierung entlang dreier Empfindlichkeitsachsen (u,v,w bzw. w,x,y) gestatten;
- 10 - wobei die Empfindlichkeitsachsen (u,v,w bzw. w,x,y) der Sensorelemente (11) der Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) eine Ebene aufspannen, welche nach Einbau der Steueranordnung (2) in einem Kraftfahrzeug (1) im Wesentlichen parallel verläuft zu einer durch eine Fahrzeuglängsachse (A-A') und eine Fahrzeugquerachse (B-B') festgelegten Ebene;
- 15 - mit wenigstens einer Auswerteeinrichtung (3) umfassend
 - 20 - für den Normal- bzw. Crash-Betrieb
 - 20 - eine Safing-Routine zur Überprüfung der Plausibilität sämtlicher Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) der Sensoren (17,18,19 bzw. 19,20) durch Bildung einer gewichteten Summe (Σ_g) aus den Ausgangssignalen (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y), und
 - eine Crash-Routine zur Auswertung der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y); und
 - für einen Test-Betrieb
 - 30 - eine Test-Routine, welche ein Testsignal (t) an wenigstens zwei Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) sendet zwecks Erzeugung von Ausgangssignalen (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) zur Funktionsüberprüfung der Sensoren (17,18,19 bzw. 19,20);
- dadurch gekennzeichnet,
 - 35 - dass mittels eines Wichtungsmittel (16) wenigstens ein Testsignal (t) um einen vorgebbaren Wichtungsfaktor (k_w) derart abänderbar ist, dass wenigstens

ein Beschleunigungssensor (19) ein gewichtetes Ausgangssignal (a_{wg}) ausgibt; und

- dass während der Test-Routine die Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) der im Sensorfeld (5) angeordneten Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) entsprechend der Safing-Routine verarbeitbar sind,
- wobei die gewichtete Summe (Σ_g) der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) bei funktionstüchtigen Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) einen vorbestimmten Wert ergeben soll; und
- wobei eine einwandfreie Funktion der Steueranordnung (2) feststellbar ist, wenn die gewichtete Summe (Σ_g) der während der Test-Routine tatsächlich gelieferten Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) annähernd den vorbestimmten Wert ergibt.

2. Steueranordnung (2) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Sensorfeld (5) mit drei Beschleunigungssensoren (17,18,19) umfassend je ein Sensorelement (11) für je eine Empfindlichkeitsrichtung (u, v, w bzw. w, x, y).

3. Steueranordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Sensorfeld (5) mit einem ersten Beschleunigungssensor (19) mit einem Sensorelement (11) für eine vorbestimmte Empfindlichkeitsrichtung (w) und durch einen zweiten Beschleunigungssensor mit zwei Sensorelementen (11) für zwei vorbestimmte Empfindlichkeitsrichtungen (x, y).

4. Steueranordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen ersten Beschleunigungssensor (19) mit einem Sensorelement (11) für eine vorbestimmte Empfindlichkeitsrichtung (w) und durch einen zweiten Beschleunigungssensor (20) mit einem Sensorelement (11) für zwei vorbestimmte Empfindlichkeitsrichtungen (x, y).

5. Steueranordnung (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wichtungsmittel (16) Teil der Auswerteeinrichtung (3) und/oder Teil des/der Beschleunigungssensoren (17,18,19,20) ist.

5

6. Steueranordnung (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wichtungsmittel (16) mehrere sog. Testfinger, ein spannungsminderndes Bauteil wie ein Widerstand oder ein spannungserhöhendes Bauteil wie z.B. eine Ladungspumpe oder ein anderes geeignetes elektronisches und/oder mechanisches Bauteil umfasst.

10

7. Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Steueranordnung (2) für Insassenschutzmittel (7,8,9,10) in einem Kraftfahrzeug (1), insbesondere einer Steueranordnung (2) nach einem der vorherigen Ansprüche,

15

- wobei der Steueranordnung (2) ein Sensorfeld (5) mit wenigstens zwei Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) zugeordnet ist, welche wenigstens zwei Sensorelemente (Gcells 11) aufweisen, die eine Beschleunigungssensierung entlang dreier Empfindlichkeitsachsen (u,v,w bzw. w,x,y) gestatten;

20

- wobei die Empfindlichkeitsachsen (u,v,w bzw. w,x,y) der Sensorelemente (11) der Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) eine Ebene aufspannen, welche nach Einbau der Steueranordnung (2) in einem Kraftfahrzeug (1) im Wesentlichen parallel ist zu einer durch eine Fahrzeuglängsachse (A-A') und eine Fahrzeugquerachse (B-B') festgelegten Ebene;

30

- wobei die Steueranordnung (2) wenigstens eine Auswerteeinrichtung (3) aufweist, welche
 - im Normal- bzw. Crash-Betrieb

35

- sämtliche Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) der Sensoren (17,18,19 bzw. 19,20) mittels eines Safing-Algorithmus auf ihre Plausibilität durch Bildung einer gewichteten Summe (Σ_g) aus den Ausgangssignalen (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) überprüft, und

- die Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) mittels eines Crash-Unterscheidungsalgorithmus ausgewertet; und
 - in einem Test-Betrieb
- 5 - ein Testsignal (t) an wenigstens zwei Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) sendet zwecks Erzeugung von Ausgangssignalen (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) zur Funktionsüberprüfung der Sensoren (17,18,19 bzw. 19,20);

10 dadurch gekennzeichnet,

- dass wenigstens ein Testsignal (t) eine Wichtung (k_w) dergestalt erfährt, dass wenigstens ein Beschleunigungssensor (19) ein gewichtetes Ausgangssignal (a_{wg}) ausgibt; und
- 15 - dass im Test-Betrieb die Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) der im Sensorfeld (5) angeordneten Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) entsprechend dem Safing-Algorithmus verarbeitet werden,
- 20 - wobei die gewichtete Summe (Σ_g) der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) bei funktionstüchtigen Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) einen vorbestimmten Wert ergeben soll; und
- 25 - wobei eine einwandfreie Funktion der Steueranordnung (2) festgestellt wird, wenn die gewichtete Summe (Σ_g) der während des Test-Betriebs tatsächlich gelieferten Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) annähernd den vorbestimmten Wert ergibt.

30

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) mit einem Schwellwert (SW) verglichen wird, wobei erst beim Überschreiten des Schwellwerts (SW) durch
- 35 wenigstens eines der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) eine Freigabe des Safing-Algorithmus erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Testsignal (t) der Steuerschaltung (15) des Sensors (17,18,19,20) dergestalt zugeführt wird, dass ein
5 Ausgangssignals (a_u, a_v, a_w bzw. a_{wg}, a_x, a_y) elektronisch generiert bzw. simuliert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Testsignal (t) dem Sensorelement (Gcell 11) des
10 Sensors (17,18,19,20) dergestalt zugeführt wird, dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) in einer vorbestimmten Richtung (u,v,w,x,y) ausgelenkt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet durch die Verwendung eines sog. Safing-Sensors (19)
15 mit einem Sensorelement (11), dessen Empfindlichkeitsachse (w) schräg zu zweien senkrecht zueinander stehenden Empfindlichkeitsachsen (x,y) angeordnet ist, insb. geneigt um einen Winkel von 45° , 135° oder 225° zu den
20 senkrecht zueinander stehenden Empfindlichkeitsachsen (x bzw. y).
12. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die Verwendung zweier Sensoren (17,18) umfassend je ein Sensorelement (11) mit jeweils einer zueinander senkrecht stehenden Empfindlichkeitsachse (x,y).
13. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die Verwendung eines sog. X-Y-Sensors umfassend zwei Sensorelemente (11) mit jeweils einer zueinander senkrecht stehenden Empfindlichkeitsachsen (x,y).
30
14. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die Verwendung eines sog. X-Y-Sensors (20) umfassend ein Sensorelement (11) mit zweien zueinander senkrecht stehenden Empfindlichkeitsachsen (x,y).
35

15. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10 und einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die seismischen Massen (12) zweier Sensorelemente (11) in einer vorbestimmten Richtung ausgelenkt oder dementsprechende Signale elektronisch generiert bzw. simuliert werden, insbesondere

- dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) eines ersten Beschleunigungssensors (19) mit gewichteter Kraft in entgegengesetzter Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (w) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_w) elektronisch generiert bzw. simuliert wird, und

- dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) eines zweiten Beschleunigungssensors (17, 18 ; 20) mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (x oder y) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_x oder a_y) elektronisch generiert bzw. simuliert wird;

- oder umgekehrt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch einen Wichtungsfaktor (k_w) von ein Halb der Wurzel aus zwei ($\frac{1}{2} * \sqrt{2} \approx 0,707$).

17. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10 und einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die seismischen Massen (12) dreier Sensorelemente (11) in einer vorbestimmten Richtung ausgelenkt oder dementsprechende Signale elektronisch generiert bzw. simuliert werden, insbesondere

- dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) eines ersten Beschleunigungssensors (19) mit gewichteter Kraft in entgegengesetzter Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (w) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_w) elektronisch generiert bzw. simuliert wird;

- dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) eines zweiten Beschleunigungssensors (17,18 ; 20) mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (x oder y ; u) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_x oder a_y ; a_u) elektronisch generiert bzw. simuliert wird; und
 - dass die seismische Masse (12) des zweiten oder eines dritten Sensorelements (11) der Beschleunigungssensoren (11,12,13,14) mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (y oder x ; v) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_y oder a_x ; a_v) elektronisch generiert bzw. simuliert wird;
 - oder umgekehrt.
- 15 18. Verfahren nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch einen Wichtungsfaktor (k) von Wurzel aus zwei ($\sqrt{2} \approx 1,41$).
- 20 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet durch eine sternförmige Anordnung von drei Sensoren (17,18,19), umfassend je ein Sensorelement (11) mit geneigt zueinander angeordneten Empfindlichkeitsachsen (u,v,w), insb. mit jeweils einer zueinander in einem Winkel von 120° stehenden Empfindlichkeitsachse (u,v,w).
- 30 20. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10 und 19, dadurch gekennzeichnet, dass die seismischen Massen (12) dreier Sensorelemente (11) in einer vorbestimmten Richtung ausgelenkt oder dementsprechende Signale elektronisch generiert bzw. simuliert werden, insbesondere gemäß den Merkmalen nach Anspruch 17.
21. Verfahren nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch einen Wichtungsfaktor von 2.
- 35 22. Verfahren nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gewichtete Summe (Σ_g) der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) annähernd

22

Null sein muss, um im Test-Betrieb eine einwandfreie Funktion der Steueranordnung (17,18,19 bzw. 19,20) zu diagnostizieren.

- 5 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 22, gekennzeichnet durch eine kapazitive Testauslenkung der seismischen Masse (12) der Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20).

Zusammenfassung

Steueranordnung und Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer
derartigen Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem
5 Kraftfahrzeug.

Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, nicht
erst das Ausgangssignal (a) eines Beschleunigungssensors (19)
im Hinblick auf eine gewichtete Summe (Σ_g) mit einem Korrek-
10 turwert (k_w) zu multiplizieren, sondern mittels eine Wich-
tungsmittels (16) ein Testsignal (t) derartig abzuändern,
dass ein bereits gewichtetes Ausgangssignal (a_g) erzeugbar
ist, so dass während eines Test-Betriebs unmittelbar auf den
Safing - Algorithmus einer Auswerteeinrichtung rückgegriffen
15 werden kann, wodurch dieser in vorteilhafter Weise selbst im
Hinblick auf seine Funktionstüchtigkeit überprüfbar ist.

Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere für Insas-
sensenschutzsysteme eines modernen Kraftfahrzeuges.

Fig. 4

1/4

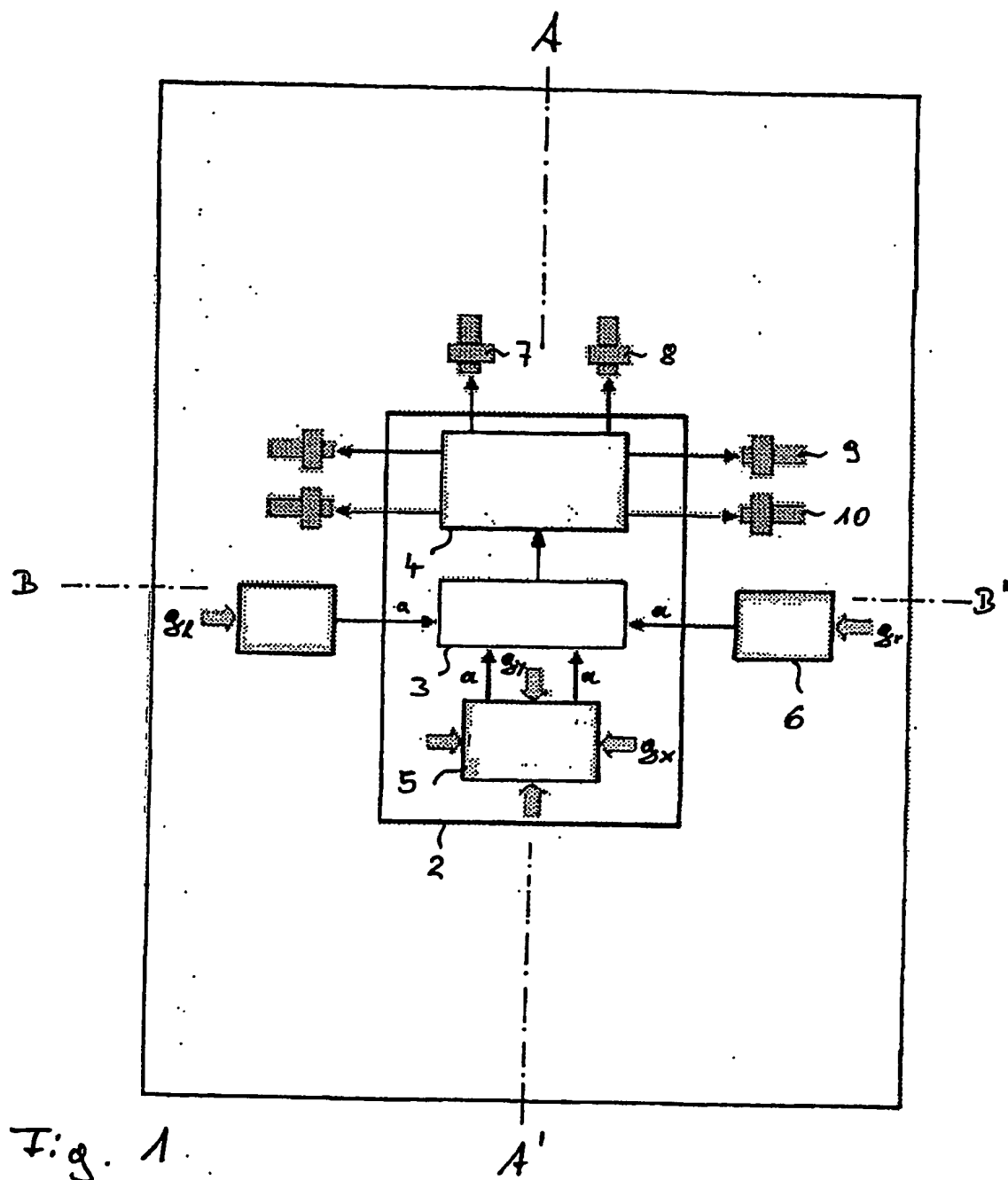


Fig. 1.

2/4

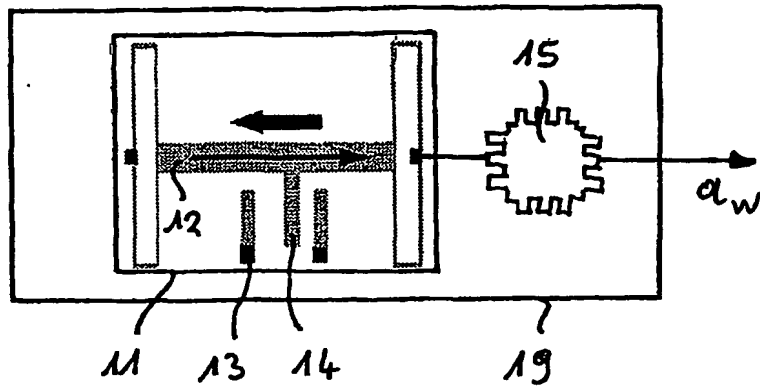


Fig. 2

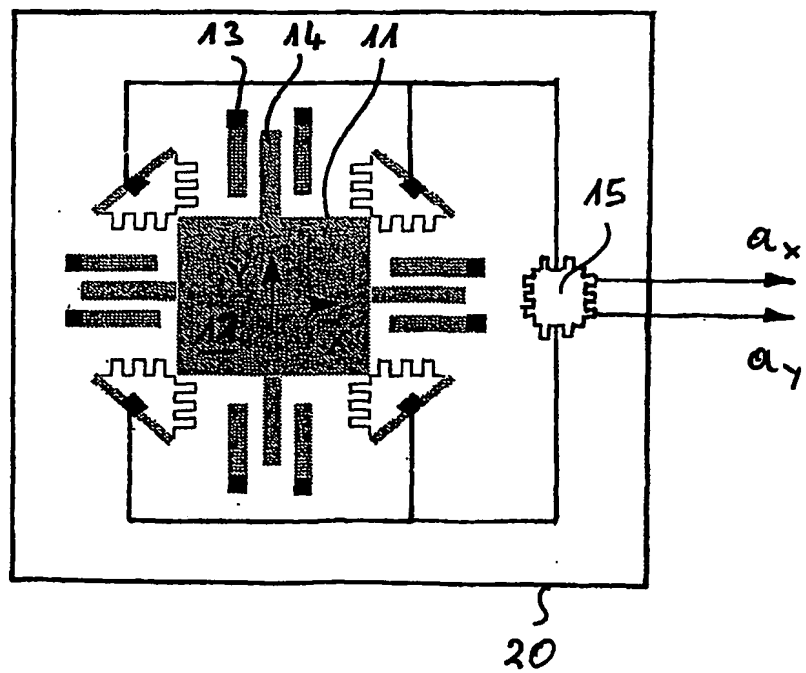
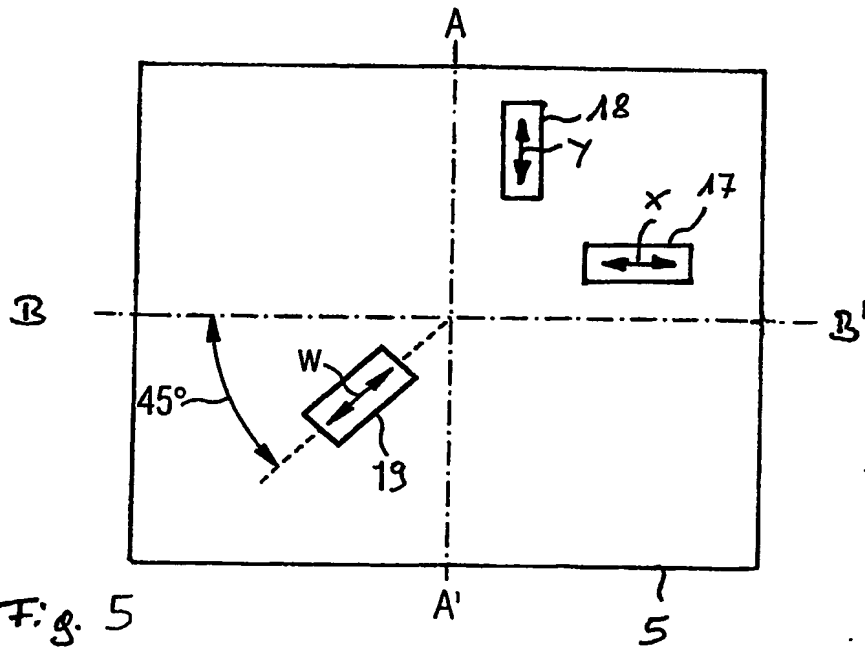
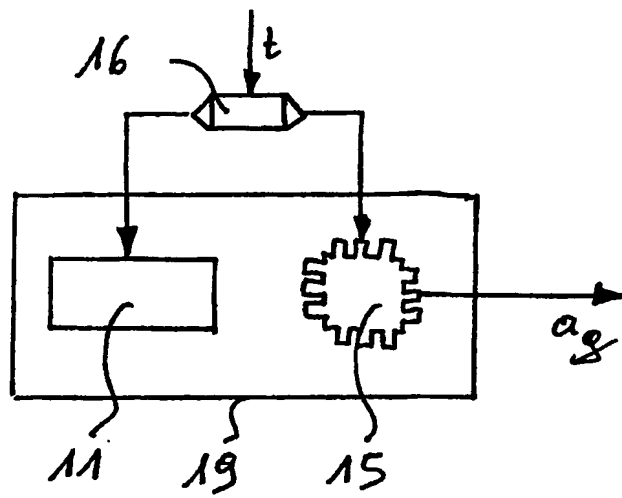


Fig. 3

3/4



4/4

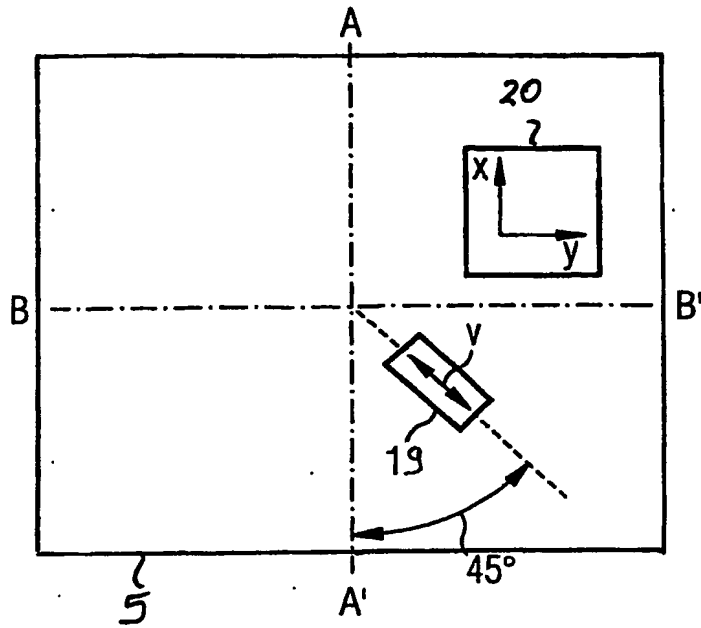


Fig. 6

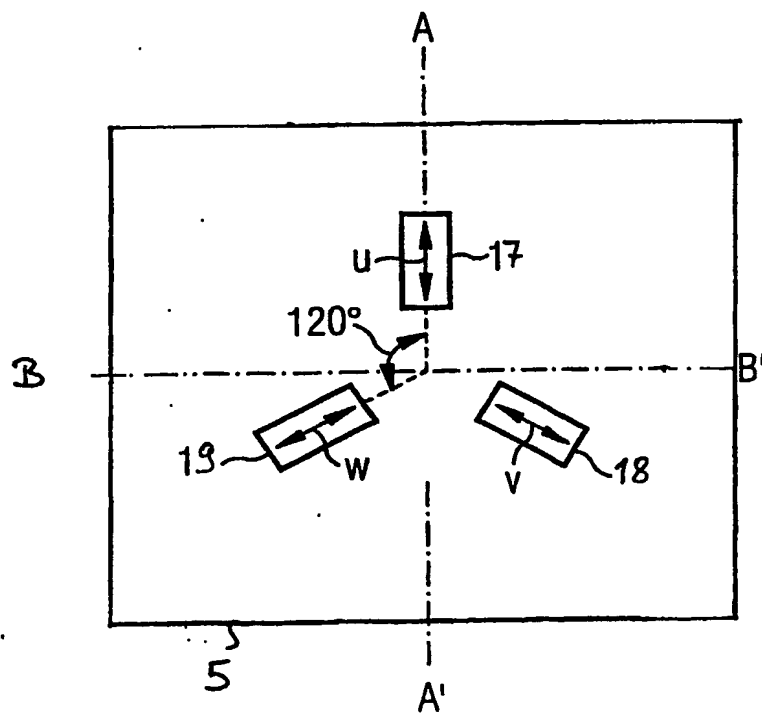


Fig. 7

PCT Application
PCT/EP2004/000809

